

有明海産魚介類の食品栄養学的研究  
——(その1) アゲマキのコレステロールおよび  
リン脂質の含量と組成——

柳田 晃良・倉田 美恵・井上真理子  
田中 秀宣・榎本 則行  
(食糧管理化学講座)  
昭和62年 9 月30日受理

Studies on the Nutritive Values of Shellfishes and Fishes  
in the Ariake Sea  
(Part 1) The content and composition of lipids of Agemaki  
(*Sinonovacula constricta*), a kind of bivalve

Teruyoshi YANAGITA, Mie KURATA, Mariko INOUE,  
Hidenori TANAKA and Noriyuki ENOMOTO  
(Laboratory of Nutrition and Food Hygienic Chemistry)  
Recieved September 30, 1987

Summary

Agemaki (*Sinonovacula constricta*), a kind of bivalve, is a popular and edible shellfish in western part of Japan. In order to clarify the nutritive value of Agemaki, contents and compositions of lipids of the shellfish were analyzed. Protein and water contents were also measured.

Agemaki contained about 2—3 g lipids per 100 g wet weight, and 4 % and 25 % of lipids were composed of sterols and phospholipids, respectively. Cholesterol content was only 50 % of the total sterols and the remainder was mainly phytosterols such as  $\beta$ -sitosterol. Analysis of phospholipid subspecies revealed significantly high level of phosphatidylethanolamine (27—30 %). Moreover, fatty acid composition of total lipids showed high contents of eicosapentaenoic acid (13—20 %) and docosahexaenoic acid (6—10 %). There was a slight seasonal change in the concentration of lipid components. Concentration of crude protein was about 12 %. We have recently found that feeding Agemaki lowered the levels of plasma cholesterol and triglycerides in mice (T. Yanagita, in preparation). These lipid components might be responsible for the hypocholesterolemic effect of Agemaki.

日本人の魚介類の摂取量は、1人1日当り昭和50年で94グラム、昭和56年で92グラムとほぼ一定している。これは摂取された動物性タンパク質のほぼ50%を占めている。すなわち、魚離れといわれる割には魚介類の消費量は減少しておらず、収入の多い人でも魚介類の摂取量は多い。家庭で作る料理ベスト10の第1位が焼き魚、7位が煮魚、9位がさしみであり、依然として魚介類は日本人の食糧の1つの柱となっている。最近行われた世論調査では、水産物の栄養

イメージは最近の学問的成果を背景にしてポジティブなイメージが描きだされている。

世界各国における長年の疫学的研究の結果、摂取されている食品中のコレステロール量と血中総コレステロール値との間には、正の相関関係のあることが認められている<sup>5)</sup>。また、食事として摂取するコレステロール量と動脈硬化性心疾患による死亡率との間にも高い相関が認められている。このようなことから、粥状動脈硬化症の発症、進展を予防するうえで、人々の関心が食事の中のコレステロール含有量に向けて日増しに高まっている。

従来、貝類、イカやエビ、カニなどの頭足、甲殻類はコレステロールの含有量が高いので、動脈硬化症の発症、進展を予防するうえからはこれらの食品の摂取を控えるべきであるという啓蒙が一般的であった。事実、わが国や米国においても、これらの食品にはコレステロールが多く含まれていると報告されていた。

しかし、わが国における疫学的研究では、貝類やカニ、イカ、エビなどの頭足、甲殻類を多く摂っているはずの漁村の人々の血中総コレステロール値は、これらの食品の摂取量がより少ないはずの農村や都市の人々のそれと比べると農村の人々よりは若干高値を示しても、都市の人々よりはむしろ低値を示すことが明らかになってきた<sup>16)</sup>。

現在まで明らかにされてきた各種食品のコレステロール含有量は、簡便な前処理の後コレステロールに対して特異性の低い呈色反応を用いる比色法によって得られた数値が多かった。そのため、コレステロールとよく似た化学構造をもつ物質を多く含む食品では、コレステロール以外のステロール類がコレステロールとして測定されるので、比色法で得られた数値は信頼性に乏しくなる可能性が指摘されている。本研究では、コレステロールのより正確な値を知るために、ガスクロマトグラフィーでコレステロール並びに類似の構造をもつステロール類の定量分析を行った。

一方、魚油中には必須脂肪酸よりもさらに不飽和度の高い  $\omega$ -3 系の多価不飽和脂肪酸、エイコサペンタエン酸 (eicosapentaenoic acid, 20:5), ドコサヘキサエン酸 (docosahexaenoic acid, 22:6) などが含まれ、これらの脂肪酸は人に対して抗血栓作用などの生理的活性効果を示すことが明かになりつつある<sup>3, 6)</sup>。また、食事リン脂質は人や実験動物の血中リポタンパク質に影響を与えることも多く報告されている<sup>4, 14)</sup>。

魚介類は、日本人のタンパク質源の25%を担っているという点ばかりでなく、脂質成分の栄養生理的効果という面からも興味が持たれている。

そこで本研究では、有明海産魚介類の食品栄養学的な評価を行うための一環として、二枚貝の一種アゲマキの脂質成分とくにコレステロール含量と他のステロール組成、脂肪酸組成及びリン脂質組成を中心に分析した。同時に、粗タンパク質量及び水分量も測定した。

## 実験材料と方法

### 試料の調製法

分析に供したアゲマキは、市販の生きた新鮮なものを用いた。季節的な成分の変動を知るために5, 6, 7, 9月に購入した。アゲマキの殻を除き、湿重量を計り、その2倍量の水を加え家庭用ミキサーでホモジナイズした。

### 脂質の抽出法と分析法

#### (1) 脂質の抽出法

脂質の抽出は Folch らの方法<sup>7)</sup>によった。総脂質量は重量法で求めた。

(2) ステロール量およびその組成の分析

ステロール量およびその組成はガスクロマトグラフィーで分析した。すなわち試料ホモジネート 1 g を 25 ml メスフラスコに採取し、5  $\alpha$ -コレスタン<sup>10)</sup>を 100  $\mu$ l, メタノール 7 ml, クロロホルム 14 ml を加えて、37°C, 30 分間インキュベートした。放冷後、25 ml とした。汙過後、20% 容の 0.9% NaCl で洗浄して一晩低温室内で放置し、2 層に分離させた。上層を除去して下層 10 ml をスクリュウキャップ付きチューブに取り、濃縮し、40% KOH 1 ml, エタノール 10 ml を加えて 85°C で 1 時間ケン化した。水 20 ml, ジエチルエーテル 20 ml を加えて 2 層に分離させ、ジエチルエーテル層（上層）をもう一度水で洗浄し、濃縮後少量のクロロホルムに溶かし、ガスクロマトグラフィー（条件：OV-17 カラム、カラム温度 250°C, 検出器温度 300°C）で分析した。

(3) リン脂質量および組成の分析

脂質態リンを Bartlett 法<sup>11)</sup>によって測定し、その 25 倍量をリン脂質量とした。

リン脂質組成は薄層クロマトグラフィー（TLC）で分画し、既報<sup>20, 21)</sup>に従って分析した。シリカゲル H プレートを用いた 1 次元薄層 TLC ではクロロホルム-メタノール-酢酸-水（25 : 15 : 1 : 4, v/v）で展開した。セラミドアミノエチルホスホネートの分画は 2 次元 TLC を用いた。展開溶媒としては、1 次元：クロロホルム-メタノール-28% アンモニア水（65 : 35 : 5, v/v）、2 次元：クロロホルム-メタノール-アセトン-酢酸-水（5 : 1 : 2 : 1 : 0.5, v/v）を用いた。

(4) 脂肪酸組成の分析

脂質抽出液の一部を 5 ml 用アンプルに取り、窒素ガスで濃縮後、塩酸：メタノール = 1 : 4（塩酸とメタノールを 1 : 4 の割合で混合し氷水中でアルゴンガスにより酸素を追い出したもの）を 3 ml 加え、アンプル中の空気をアルゴンガスで除きすぐに封管した。63—65°C で 1.5 時間加水分解した。アンプルよりサンプルを取り出し、ペンタン 2—3 ml を加え十分混合した。分離したペンタン層（上層）を取り、これを濃縮乾固し、少量のヘキサンに溶かして、ガスクロマトグラフィー（条件：DEGS 10% カラム、カラム温度 190—195°C, 検出器温度 250°C）で分析した。

(5) 粗タンパク質の測定

調製した試料約 20 g をケルダール分解フラスコに精秤し、分解促進剤（混合してよく粉碎した硫酸カリウム：硫酸銅 = 5 : 0.25）5.25 g, 濃硫酸約 15 ml, 沸石 3—4 粒を加えて加熱した。分解が進むと透明になるが、それより更に 1 時間加熱した。冷却後、水で 50 ml とし、このうちの一定量を取って、水蒸気蒸留を行った。受器には 4% ホウ酸溶液 10 ml と混合指示薬（0.1% メチルレッド : 0.2% ブロムクレゾールグリーン = 2 : 1）を数滴入れておき、10—15 分間蒸留した後、あらかじめファクターを求めてある 0.05 N 硫酸標準液で滴定した。得られた N の値に 6.25 を乗じて粗タンパク質量とした。

(6) 水分の測定

試料の一定量をあらかじめ恒量にした秤量びんにとり、105°C で加熱して恒量とし、水分量をもとめた。

## 結果と考察

(1) 総脂質量、リン脂質量およびステロール量

アゲマキの採取時期による脂質組成の変動を知るために、5, 6, 7, 9 月に購入し分析し

た。アゲマキの可食部100g湿重量中の総脂質量、リン脂質量およびステロール量を表1に示した。

アゲマキの可食部100gあたりの総脂質含量は2—3gであり、購入時期でいくらか異なっていた。このうちリン脂質量は500—700mg、ステロール量は90—120mgで、総脂質に対する割合はそれぞれ20—25%、約4%であった。他の脂質成分は主としてトリグリセリドを中心とした中性脂肪であった。アゲマキの総脂質含有量はカキと同程度であり、アサリ (1.0%)、ハマグリ (0.9%)、シジミ (1.1%) に比べて高い様であった。

## (2) ステロール量と組成

ステロール組成をガスクロマトグラフィーで分析した結果、内部標準物質以外にアゲマキでは5つのピークが検出された(図1)。コレステロールと $\beta$ -シトステロールは標準物質の保持時間から、他のピークはFukuiら<sup>9)</sup>のガスマスをを用いたシジミステロールの同定結果を参考にして、相対保持時間から同定した。その結果、コレステロール、ブラシカステロール、24-メチレンコレステロールおよび $\beta$ -シトステロールと同定された。ピーク(2)は未同定である。分析結果を表2に示した。

アゲマキのステロール組成は時期により異なるが、コレステロールは総ステロールの50—56%すなわち100g可食部あたり49—60mgであり、コレステロール以外のステロールを45—50%含有していた。その主なものは24-メチレンコレステロール22—28%、ブラシカステロール12—17%、 $\beta$ -シトステロール6—7%であった。一方、有明海産魚であるワラスボとムツゴロウでは95—96%がコレステロールによって占められており(未発表データ)、貝類と魚類とは明らかに異なるステロール組成を示した。

アゲマキのコレステロール値は、従来の比色法を用いて調べられた魚介類の分析値よりかなり低い値を示した。また、最近、久城ら<sup>9)</sup>は、コレステロールオキシダーゼを用いる酵素法でアサリやハマグリ中のコレステロール値を発表しているが、それに比較してもアゲマキ中のコ

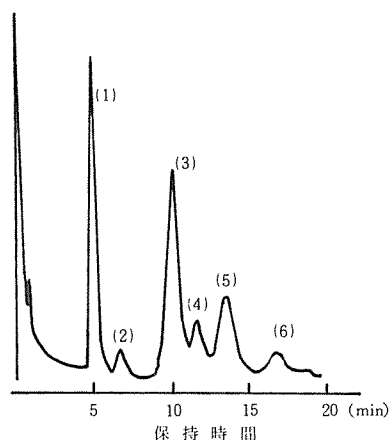


図1 ステロールのガスクロマトグラム

- 1) 5  $\alpha$ -コレストン
- 2) 未同定
- 3) コレステロール
- 4) ブラシカステロール
- 5) 25-メチレンコレステロール
- 6)  $\beta$ -シトステロール

表1 アゲマキの総脂質量、ステロール量およびリン脂質量  
(単位: mg/可食部湿重量100g)

購入月	5月	6月	7月	9月
総脂質量	2330 $\pm$ 80*	2760	2420 $\pm$ 50*	2881 $\pm$ 24*
総ステロール量	98	108	93	120
総リン脂質量	500	620	470	706

結果は4試料の平均 $\pm$ SE(\*)または3試料の平均で示した。

表2 アゲマキの総ステロール量とその組成  
(単位: mg/可食部湿重量100g)

ステロール	月	5月	6月	7月	9月
コレステロール		48.9 (49.9)*	53.9 (49.9)	50.7 (55.7)	59.9 (49.8)
ブラシカステロール		11.9 (12.2)	16.5 (15.3)	14.8 (16.3)	20.3 (16.9)
24-メチレン コレステロール		20.3 (21.8)	30.1 (27.8)	20.3 (22.3)	31.7 (26.3)
$\beta$ -シトステロール		5.8 (5.9)	7.6 (7.0)	5.2 (5.7)	8.5 (7.1)

\*カッコ内の数字は総ステロール量に対する割合を示した(%)。

レステロール値は約10—20%低い値であった。

アゲマキには、コレステロール以外のステロールがおおよそ半分含まれていた。コレステロールに似た構造をもつこれらのステロール類、とくに $\beta$ -シトステロールなど植物性ステロールをコレステロールとともに摂取すると、コレステロールの腸壁からの吸収が阻害されることが明らかにされている<sup>13, 17)</sup>。これらのステロール類はコレステロールの腸壁からの吸収を阻害させるための薬物として高脂血症の治療に用いられている。

分析技術の進歩にともなう、貝類のコレステロール含有量が従来報告されていた値よりも少ないことが証明され、さらに、植物性ステロールが存在することが明らかになった。このことは動脈硬化症の予防の観点からみて、貝類の摂取は控える必要がないことを示唆している。

### (3) リン脂質組成について

食事時のリン脂質は、胆汁リン脂質とともにコレステロールの吸収や腸からのトリグリセリドの放出に影響を及ぼすなど、とくに小腸内腔で重要な働きをしている可能性が指摘されている。また、食事性リン脂質が人や実験動物の血中脂質やリポタンパク質に影響を及ぼすことも多く報告されている。リン脂質は多価不飽和脂肪酸やコリンの主な供給源でもある。

アゲマキのリン脂質は、1次元 TLC によってホスファチジルコリン(PC)、リゾホスファチジルコリン (Lyso PC)、スフィンゴミエリン (Sph)、ホスファチジルエタノールアミン (PE)、ホスファチジルセリン+ホスファチジルイノシトール (PS+PI) 及びホスファチジン酸やカルジオリピンを含む画分 (PA) の6種に分画された。各リン脂質の含量には著しい特徴があった(表3)。さらに、2次元 TLC (図2) によって、PC画分にはPCの他にアミノ基を含有する脂質の存在することが示唆された。本成分は呈色反応およびRf値の比較から、ホスホノリピドの一種であるセラミドアミノエチルホスホノリピドであると思われる、PC画分の約35%を占めていた。すでに数種類の貝類中で本成分の存在が確認されている<sup>12, 18)</sup>が、その生理作用は不明である。

アゲマキリン脂質中のホスファチジルエタノールアミンの割合は他の魚介類に比べて著しく高く、約30%含有していた。

リン脂質は一般に、高度不飽和脂肪酸および塩基(コリンやエタノールアミン)の供給源である。リン脂質の摂取は血中リポタンパク質の代謝に影響を与え、血中脂質とくにコレステロールとトリグリセリド量を低下させることが知られている<sup>4, 14)</sup>。このリン脂質摂取の効果は、構成する高度不飽和脂肪酸の効果として説明されているが、その塩基部分の影響も大きいことが認

表3 アゲマキのリン脂質組成 (単位: %)

購入月 リン脂質	5 月	6 月	7 月	9 月
PE	30.2	29.3±0.9	26.5±0.2	29.8±0.5
PC+CAEP	31.4	32.9±1.0	32.4±0.3	33.6±0.2
PS+PI	22.9	24.9±1.1	24.5±0.3	21.9±0.6
SPH	6.9	5.7±0.3	6.5±0.2	6.1±1.2
LPC	2.8	2.8±0.4	4.5±0.2	3.4±0.2
PA etc.	5.8	4.5±0.3	5.6±0.3	5.1±0.3

結果は4試料(6~9月)の平均±SEまたは3試料(5月)の平均で示した。

PE: ホスファチジルエタノールアミン, PC: ホスファチジルコリン

CAEP: セラミドアミノエチルホスフォネート

PS: ホスファチジルセリン, PI: ホスファチジルイノシトール

SPH: スフィンゴミエリン, LPC: リゾホスファチジルコリン

PA: ホスファチジン酸

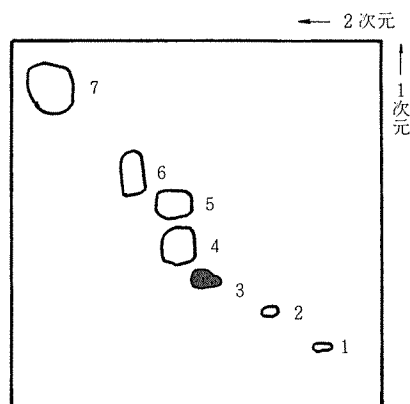


図2 アゲマキ脂質の2次元薄層クロマトグラム

溶媒：1次元 クロロホルム-メタノール-28%アンモニア水 (65:35:5, v/v)

2次元 クロロホルム-メタノール-アセトン-酢酸-水 (5:1:2:1:0.5, v/v)

1. リゾホスファチジルコリン
2. スフィンゴミエリン
3. セラミドアミノエチルホスホネート
4. ホスファチジルコリン
5. ホスファチジルエタノールアミン
6. ホスファチジン酸
7. 中性脂質, その他

表4 アゲマキ総脂質の脂肪酸組成 (単位: %)

月	5月	6月	7月	9月
14:0	3.3±0.1	2.3	4.1	4.8
16:0	13.1±0.4	18.5	17.2	19.5
16:1	8.8±0.1	13.2	14.9	17.5
16:2	1.6±0.1	0.8	0.5	—
18:0	6.8±0.4	4.9	4.8	5.3
18:1	9.7±0.1	9.1	9.5	11.3
18:2	3.4±1.0	1.4	0.9	0.3
20:1	7.4±0.2	6.1	5.6	3.2
20:3	2.8±0.6	2.6	2.5	2.7
20:4	3.2±0.5	3.2	2.4	2.3
20:5	13.4±0.5	19.8	20.0	16.4
22:3	2.9±0.1	1.9	2.2	1.5
22:4	1.4±0.1	0.4	0.6	0.4
22:5	1.6±0.1	1.7	1.3	1.4
22:6	5.8±0.2	10.6	9.8	9.9
未同定	15.1±0.9	3.8	4.2	3.9

結果は4試料の平均±SE (5月) または3試料の平均値 (6~9月) で示した。

められている。その際、血中脂質低下効果はホスファチジルコリンよりもホスファチジルエタノールアミンの方が強い効果を示し、また、遊離コリンよりも遊離エタノールアミンの方が効果が強いことが報告されている<sup>2, 14, 19)</sup>。それ故、ホスファチジルエタノールアミン量が多いというアゲマキの特徴的なリン脂質組成は、アゲマキの食品栄養学的な価値を評価するうえで重要であろう。

#### (4) 脂肪酸組成について

アゲマキ総脂質の主な脂肪酸組成を表4に示した。

各時期の試料ともに、エイコサペンタエン酸 (20:5) とドコサヘキサエン酸 (22:6) を多く含んでいた。アゲマキの高度不飽和酸では、エイコサペンタエン酸13~20%、ドコサヘキサエン酸5~10%、アラキドン酸約2~3%などの他に、未同定の多価不飽和脂肪酸 (4~15%) も検出された。魚油脂肪酸のリポタンパク質代謝への影響に関して、Nes-tel ら<sup>18)</sup>は魚油投与で肝臓での極低密度リポタンパク質 (VLDL) の合成分泌の抑制を、また黒田ら<sup>18)</sup>はエイコサペンタエン酸濃縮油のラットへの投与による血清トリグリセリド濃度の抑制を認め、その効果はドコサヘキサエン酸濃縮物やリノール酸よりも強いことを報告している。

ω-3系の多価不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸には脳血栓や心筋梗塞などの血栓症や心臓病を予防する作用のあることが知られている<sup>3, 6)</sup>。二枚貝であるアゲマキにも、魚類と遜色のない量のω-3系多価不飽和脂肪酸が検出されたことは注目される。

#### (5) 粗タンパク質量及び水分含量

各試料中の粗タンパク質量及び水分含量を表5に示した。

アゲマキは可食部100g当り約12gの粗タンパク質を含み、特に6月に高い含量を示した。この値は、ハマグリ (10.4%)、シジミ (6.8%)、カキ (9.7%) やアサリ (8.3%) よりも高く、アカガイ (15.7%)、サザエ

(19.9%), アワビ (13.0%) に比べて若干低い値であった。水分含量は約80—84%であった。

魚介類のタンパク質はアミノ酸組成、アミノ酸スコア、タンパク価、生物価などの何れからみても鶏卵や畜肉など畜産タンパク質に匹敵する良質のものが多い。

第一制限アミノ酸は含硫アミノ酸であることが多いのも似ている。貝類のうち、アサリ、サザエ、シジミ、ハマグリのアミノ酸スコアはそれぞれ100, 81, 100, 100と極めて良質であることが報告されている<sup>11)</sup>。アゲマキのタンパク質に関する研究は行われていないので、今後、アミノ酸組成などを分析して食品栄養学的価値を明らかにすることが必要である。

従来、貝類はコレステロール含量が高く好ましくない食べ物と見なされていた。しかし上記の分析結果、むしろアゲマキの構成成分中には血中のコレステロールを低下させる作用を持つ成分が多く含まれていることを示した。事実、我々は、凍結乾燥させたアゲマキ5%を含む低コレステロール負荷飼料で飼育したマウスの血中コレステロールレベルが、対照マウスのそれに比べて有意に低下することを見いだしている<sup>22)</sup>。すなわち、アゲマキは hypocholesterolemic な食品の一つであることが認められ、高脂血症の人にとってもむしろ好ましい食品である可能性が示唆された。

## 摘 要

有明海産二枚貝、アゲマキの食品栄養学的特徴として以下のことが認められた。

- (1) アゲマキは可食部100g湿重量当り約2—3gの脂質を含有し、その25%をリン脂質、4%をステロールが占めていた。
- (2) コレステロール量は総ステロールの約半分であった。残りのステロール類はコレステロール吸収阻害作用および血清コレステロール低下作用をもつ $\beta$ -シトステロールなどの植物性ステロールであった。
- (3) リン脂質の約70%は、セラミドアミノエチルホスホノリピドを含むホスファチジルコリン画分およびホスファチジルエタノールアミンから構成されており、しかも、他の魚介類や動物性食品に比べてホスファチジルエタノールアミンが多く存在していた(約30%)。ホスファチジルエタノールアミンは血中コレステロール低下作用が強いことが報告されているので、これとの関連で注目される。
- (4) 構成脂肪酸として、血漿リポタンパク質代謝の改善効果を示すエイコサペンタエン酸(14~20%)とドコサヘキサエン酸(6~11%)を多く含有していた。
- (5) 粗タンパク質は約12%含まれていた。
- (6) 脂質の組成および量に季節的変動がみられたが、著しいものではなかった。

本研究の遂行にあたり、研究費の援助を頂いた佐賀県有明海漁業協同組合連合会(会長田中茂氏)に謝意を表す。また、本実験に用いたアゲマキの一部は、与賀田巖氏(南有明漁業協同組合組合長)の提供によるものである。記して謝意を表す。

表5 アゲマキの粗タンパク質量および水分含量  
(単位: g/可食部湿重量100g)

月	5月	6月	7月	9月
粗タンパク量	11.93	12.96	11.40	11.72
水分量 (%)	82.0	83.1	83.3	84.5

結果は3試料の平均値で示した。

## 文 献

1. Bartlett, G. R. (1959) *J. Biol. Chem.*, **234**, 466.
2. Bondesson, G., Hedbom, C., Magnusson, O. and Steenstrom, N. E. (1974) *Acta Pharm. Suecica*, **11**, 417.
3. Bronsgeest-Schoute, H. C., Van Gent, C. M., Luten, J. B. and Ruiter, A. (1981) *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1752.
4. Childs, M. T., Bowlin, J. A., Ogilvie, J. T., Hazzard, W. R. and Albers, J. J. (1981) *Atherosclerosis*, **38**, 217.
5. Conner, W. F. *The relationship of Hyperlipoproteinemia to Atherosclerosis; The desired role of dietary cholesterol and fat in the biochemistry of atherosclerosis*. Eds. by Scanu, A. M., Wisslen, R. W. and Getz, G. S., Marcel Dekker, Inc., New York (1979).
6. Dyerberg, J., Bang, H. O., Stoffersen, E., Moncada, S. and Vance, J. R. (1978) *Lancet*, **ii**, 117.
7. Folch, J., Lees, N., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) *J. Biol. Chem.*, **226**, 497.
8. Fukui, I., Kushiro, H., Arisue, K., Yamaguchi, Y., Ogawa, Z., Hayashi, C. and Yamamura, Y.: Eds. by Schettler, Y., Goto, Y., Hata, Y. and Klose, G. *Atherosclerosis IV (Proc. 4th Intern. Symp. on Atherosclerosis)*, Springer-Verlag, Berlin (1977) pp. 583-589.
9. 久城英夫, 中村潤子, 福井巖, 小川善資, 山口賀久, 有末一隆, 林長蔵, 山村雄一 (1979) 動脈硬化, **6**, 587.
10. 黒田圭一, 小島義樹, 久保田美佳, 西出英一, 印南敏 (1985) 栄養と食糧, **12**, 215.
11. 松野信朗 (1973) 栄養学雑誌, **31**, 262.
12. Matsubara, T. (1975) *Chem. Phys. Lipids*, **14**, 247.
13. Mattson, F. H., Vorpenhein, P. A. and Erickson, B. A. (1977) *J. Nutr.*, **107**, 1139.
14. Murata, M., Imaizumi, K. and Sugano, M. (1982) *J. Nutr.*, **112**, 1805.
15. Nestel, P. J., Conner, W. E., Reardon, M. F., Conner, S., Wong, S. and Boston, R. (1984) *J. Clin. Inv.*, **74**, 82.
16. 大島研三 (1973) 動脈硬化, **1**, 101.
17. Sugano, M., Morioka, H. and Ikeda, I. (1977) *J. Nutr.*, **107**, 2011.
18. Tamari, M. and Kandatsu, M. (1986) *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 1495.
19. 柳田晃良, 福永隆, 榎本則行 (1985) 農化, **59**, 913.
20. Yanagita, T., Satoh, M., Enomoto, N. and Sugano, M. (1987) *Biochim. Biophys. Acta*, **919**, 64.
21. Yanagita, T., Satoh, M., Nomura, H., Enomoto, N. and Sugano, M. (1987) *Lipids*, **22**, 572.
22. Yanagita, T., Yamamoto, K. and Enomoto, N. (1987) *Cholesterol-lowering effect of Agemaki, a kind of Japanese shellfish : Fifth Asian Congress of Nutrition*, pp 131 (Osaka).